

## 炊飯米のテクスチャーに及ぼすトレハロースの影響

平田 健

## Effects of trehalose on texture of cooked rice

Takeshi Hirata

Trehalose is found widely in the natural world, such as in animals, plants and microorganisms. Many functional characteristics of trehalose have been proven, such as of inhibiting starch retrogradation, protein denaturation and lipid degradation. In this study, the effects of the addition of trehalose to cooked rice were investigated by examining the texture of rice as an indicator. Area efficiency increased by adding trehalose at 2 to 4%, in comparison to rice without trehalose; however, area efficiency decreased with the addition of 5% or more to become the similar level of rice without trehalose. Area efficiency reached maximum with the addition of trehalose at 3%. Of the various sugars, trehalose maintained the best texture of rice. Changes in rice texture during storage were less when trehalose was added, as compared to rice without trehalose. The starch retrogradation-inhibitory effect of adding trehalose can be expected. Furthermore, it was proved that 60% of the pre-frozen texture of rice can be maintained by adding trehalose at 3% at a temperature of  $-30^{\circ}\text{C}$ .

食べ物の美味しさに係る感覚特性として、味、匂い、テクスチャー、品温、外観、音などが指摘されている<sup>1)</sup>。炊飯米の美味しさへの貢献度ではテクスチャーが1位で、その次が味であることも記述されている<sup>1)</sup>。本報では、トレハロースを炊飯米に添加したときの効果について、テクスチャーを指標として調べた結果を報告する。

トレハロースは、動植物・微生物など自然界に広く分布している。砂漠や極寒の厳しい自然の中で生きる生物体では、耐熱性、耐寒性に重要な役割を果たす物質としても知られている<sup>2)</sup>。トレハロースは1993年、株式会社林原により工業的に安く大量生産されるようになった<sup>3)</sup>。

トレハロースは澱粉老化抑制、たんぱく質変性抑制、脂質劣化抑制など多くの機能特性が明らかにされている<sup>4)</sup>。

トレハロースを炊飯米<sup>5)</sup>、パン<sup>6)</sup>へ利用した研究事例はあるが、詳細について報告されたものは少ない。

そこで、炊飯米のテクスチャーに及ぼすトレハロースの影響を詳細に調べたので報告する。

## 実験方法

## 1. 実験材料

精白米は、広島県山県郡北広島町大朝産のコシヒカリを使用した。トレハロースは高純度含水結晶トレハロース(林原製)を用い、グルコース、スクロース、マルトースおよびソルビトールはいずれも和光純薬製の試薬を用いた。

## 2. 炊飯方法およびテクスチャーの測定

精白米8gをアルミ製カップ(φ5cm、深さ2.5cm)に入れた後、精白米の1.4倍(重量)の蒸留水或いは糖液をカッ

プに加え、電子ジャー炊飯器(松下電器産業製、SR-JTM10)の中で1時間放置した。つぎに、釜の底にテフロンをコーティングした水跳ね防止の蓋を敷き、水を80g加え、炊飯を開始した。炊飯終了後、カップの上を濡れ布巾で覆った後、釜を取り出した。炊飯を開始してから1時間経過した時点で、カップを取り出し食品用ラップフィルムを被せ、整形器で炊飯米が一定厚となるよう圧縮整形したものを測定用試料とした。

粘弾性の測定はテンシプレッサー(タケトモ電機製、TTP-50BX)を使用した。測定は、アルミ合金製の円柱形プランジャー(φ1.8cm)を用いて計6回圧縮した。すなわち、まず歪を23%に設定して2回、次に46%で2回、最後に92%で2回行った。パラメーターとしては、図1のテンシプレッサーカーブから硬さ、こし、付着性、粘りを算出して求めた。なお、いずれの試料についても測定を4回繰り返して行い、各パラメーターの平均値と標準偏差を求めた。

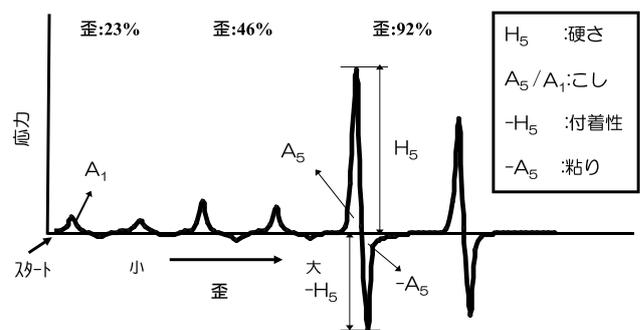


図1 炊飯米のテンシプレッサーカーブとテクスチャープロフィール

なお、糖類を添加する場合には、精白米に対する蒸留水の量は1.4倍になるように算出して添加した。

結果の表示方法は以下の3通りを用いた。

#### (1) 棒グラフ

図1のテンシプレッサーカーブから求めた硬さ、こし、付着性、粘りの測定値をほぼ同値になるように算出し、同一図に棒グラフとして示した。

#### (2) レーダーチャート

対照を測定したデータを標準（目盛：50）にして、テンシプレッサーカーブから求めた硬さ、こし、付着性、粘りの測定値を換算して、レーダーチャートとして示した<sup>7)</sup>。

#### (3) 面積優利率

テクスチュロメーターでは炊飯米の美味しさの指標としてバランス度（硬さに対する付着性の比率、 $-H_5/H_5$ ）が使用されてきた<sup>8)</sup>。テンシプレッサーではバランス度をさらに拡大した面積優利率、すなわち、（硬さに対する付着性の比率 $\times$ こしに対する粘りの比率、 $-H_5/H_5 \times -A_5/(A_5/A_1)$ ）が平田により提唱された<sup>9)</sup>。この値が大きければ大きいほどテクスチャーが良いことになる。

### 3. 炊飯米のテクスチャーに及ぼすトレハロースの影響

トレハロースの濃度が炊飯米のテクスチャーに及ぼす影響を調べるため、トレハロースを精白米に対し、2、3、4、5および10%と変えて炊飯米とし、それらのテクスチャーを測定した。

#### 4. 炊飯米のテクスチャーに及ぼす糖類の影響

炊飯米のテクスチャーに及ぼすトレハロースと他の糖類との影響を比較した。糖類としてはトレハロースの他にグルコース、スクロース、マルトースおよびソルビトールをいずれも精白米に対し3%添加し、炊飯米のテクスチャーを測定した。

#### 5. トレハロース添加炊飯米の貯蔵中のテクスチャー変化

炊飯米は炊飯後、澱粉の老化などが原因でテクスチャーが変化する<sup>9)</sup>。トレハロースは澱粉老化抑制の機能特性を有しているといわれている<sup>4)</sup>。トレハロース添加炊飯米の貯蔵中のテクスチャー変化を調べた。すなわち、対照およびトレハロース3%添加した炊飯米を、貯蔵温度20℃で貯蔵し、6、8、15、20および24時間後のテクスチャーを測定した。

#### 6. トレハロース添加炊飯米の冷凍試験

炊飯米などの澱粉含量の高い食品の耐冷凍性は強い<sup>10)</sup>。また、トレハロースも冷凍耐性の機能を有している<sup>4)</sup>が、冷凍方法などにより耐冷凍性は異なることが予想される。凍結後の対照およびトレハロース3%添加した炊飯米を、冷凍温度 $-10$ および $-30$ ℃で2日間冷凍した後、電子レンジで室温になるまで解凍し、それらのテクスチャーを測定した。

#### 7. 水分測定

堤らの方法<sup>11)</sup>に準拠して行った。硬質ポリエチレン製

の袋に炊飯米を入れ、薄く伸ばし、減圧加熱乾燥（90℃、5時間）により求めた。

## 実験結果および考察

### 1. 炊飯米のテクスチャーに及ぼすトレハロースの影響

炊飯米のテクスチャーに及ぼすトレハロースの影響を図2に水分量と面積優利率で表示した。水分量はいずれの場合も60.7%台であった。面積優利率は無添加と比べ、トレハロースの2~4%添加で増加したが、5%以上で低下し、無添加とほぼ等しくなった。添加量3%が最大であり、最も良いテクスチャーを示した。

それで、以後の実験ではトレハロースの添加量を3%とした。

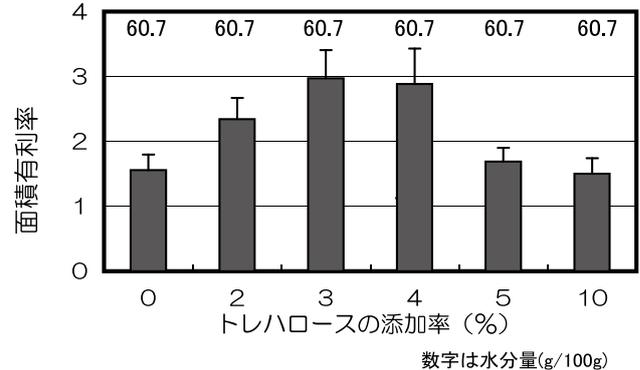


図2 炊飯米のテクスチャーに及ぼすトレハロースの影響

### 2. 炊飯米のテクスチャーに及ぼす糖類の影響

炊飯米のテクスチャーに及ぼす糖類の影響を図3、4および5にそれぞれ棒グラフ、レーダーチャートおよび面積優利率で表示した。水分はいずれの場合も60%台で、ほぼ同じであった。

図3および図4の結果から、糖添加区は対照区に比べて、粘りおよび付着性が大きく、こしが小さかった。トレハロース添加区は他の糖類添加区より粘りが大きかった。

面積優利率でみると、糖類添加区は対照区と比べ大きく、その中でトレハロース添加区が最も大きかった。他の糖類添加区はほぼ同じであった。

以上の結果、糖類の添加は炊飯米のテクスチャーを有意

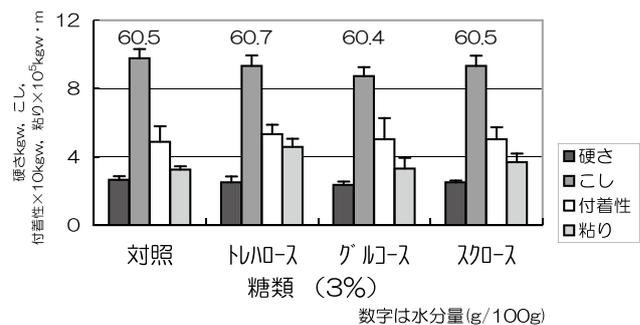


図3 炊飯米のテクスチャーに及ぼす糖類の影響

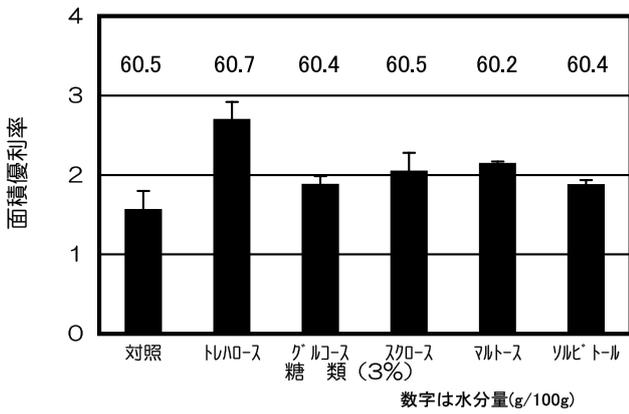


図4 炊飯米のテクスチャーに及ぼす糖類の影響

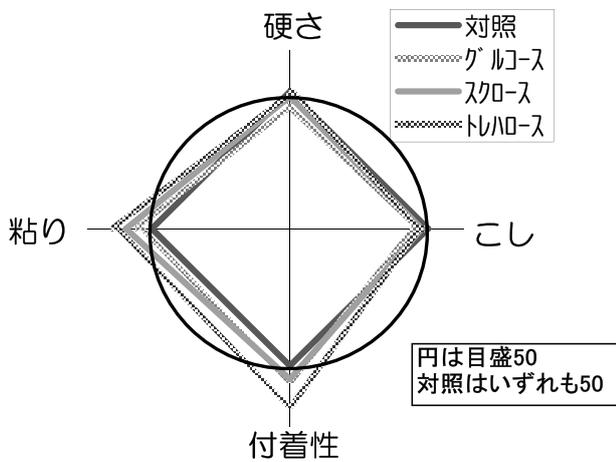


図5 炊飯米のテクスチャーに及ぼす糖類の影響

に改善することが分かった。特に、トレハロースはその効果が最も大きかった。

3. トレハロース添加炊飯米の貯蔵中のテクスチャー変化

トレハロース添加炊飯米の貯蔵中のテクスチャー変化を図6に示した。トレハロース添加区、対照区とも貯蔵8時間

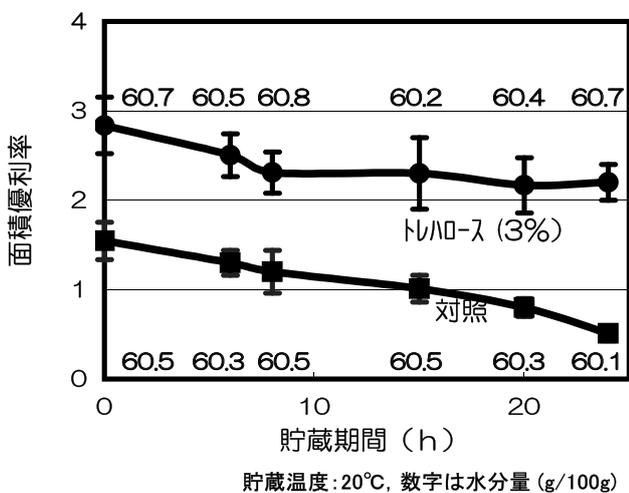


図6 トレハロース添加炊飯米の貯蔵中のテクスチャー変化

までは面積優利率がやや減少した。対照区はそれ以降24時間まではほぼ直線的に減少した。一方、トレハロース添加区では減少率が低いことが認められた。このことは、トレハロースを添加すると、炊飯米の老化を抑制し、テクスチャーの劣化が小さいことを反映していると考えられる。

4. トレハロース添加炊飯米の冷凍試験

トレハロース添加炊飯米の冷凍試験の結果を図7に示した。冷凍温度が-10°Cの場合、対照区およびトレハロース添加区とも冷凍前に比べ面積優利率は大きく減少した。一方、冷凍温度が-30°Cの場合、対照区は冷凍前に比べ面積優利率は半分以下に減少したが、トレハロース添加区は冷凍前の約64%であった。冷凍温度が-30°Cでトレハロースを3%添加すると冷凍前のテクスチャーを約60%維持することがわかった。

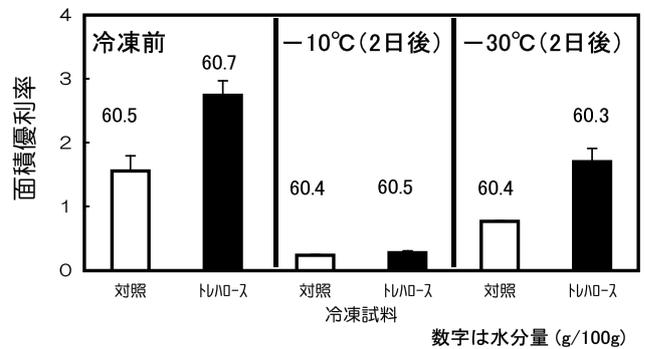


図7 トレハロース3%添加炊飯米の冷凍試験

要 約

トレハロースを炊飯米に添加したときの効果について、テクスチャーを指標として調べた。

- 1) テクスチャーの表示方法として、棒グラフ、レーダーチャートおよび面積優利率の3通りを用いた。
- 2) トレハロースの2~4%添加は無添加と比べ面積優利率は増加したが、5%添加以上で低下し、無添加とほぼ同じになった。添加量3%が最大であった。
- 3) 糖類添加は無添加と比べレーダーチャートの粘り、付着性が大きかった。糖類の中ではトレハロースが最も大きく、テクスチャーが最も良好であった。
- 4) トレハロース添加区は無添加に比べ、貯蔵中のテクスチャー変化が小さかった。トレハロースの添加により澱粉の老化抑制効果が推定された。
- 5) 冷凍温度が-30°Cでトレハロースを3%添加すると冷凍前のテクスチャーを約60%維持することがわかった。

文 献

- 1) 柳本正勝, 食べ物のおいしさに対する各感覚特性の貢献度, 日調科誌, 35, 32-36 (2002).

- 2) 竹内 叶, トレハロース, 「オリゴ糖の新知識」, 小林昭一監修, 早川幸男編著 (食品化学新聞社, 東京), pp.212-226 (1998).
- 3) 杉本利行, 酵素を用いた澱粉糖化法によるトレハロースの生産とその利用, 食品工業, **38** (10), pp.34-39 (1995).
- 4) 久保田倫夫, トレハロースの新しい機能, New Food Ind., 44, pp.1-8 (2002).
- 5) 池上庄治, トレハロースの新展開－米飯加工・惣菜への利用－, ジャパンフードサイエンス, **46** (10), pp.31-38 (2007).
- 6) 中村賢一, トレハロースの製パンへの利用, 食品工業, **48** (4), pp.43-53 (2005).
- 7) (有) タケトモ電機, テンシプレスサー取扱説明書.
- 8) 岡部元雄, 私信.
- 9) 平田孝一, 「炊飯技術の完全マニュアル」, (グレイン・エス・ビー, 東京)pp.66-67 (2002).
- 10) 高橋禮治, 「でん粉製品の知識」, (幸書房, 東京) pp.190-193 (2000).
- 11) 堤 忠一, 「食品分析法」, 日本食品工業学会・食品分析法編集委員会編 (光琳書院, 東京), p42 (1982).